Opłata pocztowa ryczałtowana. Nakład 3.500 egz.
Nr 11. Warszawa, dnia 1 listopada 1927 r. Rok V.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie

Nr. 11. Warszawa, 1 Listopada 1927 r. Rok V.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**
Wydawca: **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**

I. FESZCZENKO-CZOPIWSKI, prof. Akad. Górn. w Krakowie.

O MATERJALE DLA KOTŁÓW WYSOKOPRĘŻNYCH.

por. *Technika Cieplna*, 1927 str. 127.

§ 64. Panujące obecnie w zakresie budowy kotłów parowych dążenie do stosowania wysokich ciśnień pary posiada pewne ekonomiczne i technologiczne podstawy.

Na pierwszem miejscu trzeba postawić oszczędność paliwa, a następnie znany fakt, że przy wysokich ciśnieniach pewne reakcje, odbywają się w warunkach pracy fabrycznej szybciej i dobiegają bliżej końca, a z tego powodu ostateczny wynik tych reakcyj jest ekonomiczniejszy i wydatniejszy. Znaczne zwiększenie ciśnienia pary wymaga od konstruktora zastosowania do budowy kotła parowego odpowiednich materjałów.

Zwiększona grubość ścian kotłów wysokoprężnych (40 — 101,6 *mm*) usuwa możliwość ich nitowania. Dlatego też kotły parowe o wysokich ciśnieniach (powyżej 35 *atm*) wyrabiane są obecnie z jednego bloku bez szwu drogą tłoczenia i walcowania, a tworzywem dla takich konstrukcyj nie może być zwykłe żelazo małowęgliste.

Powszechnie przyjęta jest zasada, że części kotła parowego, bezpośrednio stykające się z ogniem, mogą być wyrabiane z materjału o wytrzymałości nie przewyższającej 41 kg/mm^2. Taki materjał musi być plastyczny, łatwo zginalny w zwykłych temperaturach — a więc posiadać wysokie wydłużenie jednostkowe i nadawać się do wytłaczania pewnych cześci kotła parowego na gorąco bez pękania (wytłaczanie dennic). Stąd pochodzi wymaganie od materjału blachy kotłowej tak wysokiej ciągliwości, ażeby materjał nie był skłonny do przyjmowania hartu.

Ze względów konstrukcyjnych nie jest pożądane zwiększenie grubości blachy kotłowej ponad pewną miarę. Stąd powstała konieczność używania do budowy kotłów wysokoprężnych materjałów wyższego gatunku. Takim materjałem są stale stopowe, a przedewszystkiem stal niklowa.

Porównywując zachowanie się materjału małowęglistego i stali z domieszką 5% niklu w temperaturach od zwykłych aż do 500° (patrz wykresy, rys. 98 i 100) widzimy, że stal niklowa posiada prawie o 50% wyżej położoną granicę płynności, o 15 — 20% wyższą wytrzymałość, o 25 — 30% większy stosunek $Q : R$ przy tych samych prawie wielkościach wydłużenia jednostkowego i przewężalności.

Odporność na uderzenie stali niklowej jest wyższa o 50%. Przy wyższych temperaturach, a mianowicie w temperaturze 190° — 318°, odpowiadających ciśnieniom pary w kotle parowym 14 — 100 *atm*, właściwości mechaniczne stali niklowej zawierającej 5% *Ni* są wyższe od właściwości miękkiego żelaza, a co najważniejsze — spadek Q ze wzrostem temperatury w stali niklowej jest powolniejszy niż w miękkiem żelazie. Położenie wreszcie krzywej kruchości w stalach niklowych, w temperaturach pracy kotła parowego, jest dogodniejsze niż w materjale miękkim.

Nikiel rozpuszcza się w żelazie w stanie stałym w nieograniczonych ilościach.

Z metalografji stali specjalnych wiadomo, że obecność w stali stosunkowo niewielkich ilości niklu (3 — 5%) oprócz wyżej zaznaczonego wpływu sprzyja otrzymaniu w materjale drobnego ziarna, co zapewnia korzystniejsze właściwości mechaniczne. Pęknięcia powstają w stalach niklowych trudniej i rozszerzają się powolniej, niż to zachodzi w stalach zwykłych. Granica zmęczenia stali niklowych położona jest nieco wyżej, Obecność niklu w stalach, podobnie jak i manganu.

w bardziej jednak delikatny sposób obniża temperaturę przemiany allotropowej, a tem samem zwiększa hartowalność stali niklowych. Obchodzenie się ze stalami niklowemi jest prawie takie same jak i ze stalami zwykłemi. Dlatego w praktyce bardzo często stale niklowe są używane do celów konstrukcyjnych (żelazo mostowe, części automobilowe, a przedewszystkiem osie, wały transmisyjne, osie wagonowe) i na odlewy stalowe. Odlewy ze stali niklowej są prawie wolne od baniek i pęcherzy, a proces odlewania jest łatwiejszy z powodu nieco niższej temperatury topienia stali niklowej. Stale niklowe posiadają małą zdolność do likwacji. W praktyce ustalony jest pogląd, że stal niklowa o zawartości 3,5% niklu pracować może dwa razy dłużej niż zwyczajna stal małowęglista. Istnieje jeszcze jedna korzyść już czysto konstrukcyjna, a mianowicie, że w razie zastosowania stali niklowej o wyżej położonej granicy płynności i wytrzymałości może być użyta mniejsza masa materjału, a tem samem, przy niezmienionym stopniu bezpieczeństwa osiąga się konstrukcję o mniejszej wadze, w konstrukcjach zaś kotłów parowych — cieńsze ścianki, a stąd korzystniejsze warunki cieplne z powodu łatwiejszego przewodnictwa ciepła.

Stale niklowe są mniej podatne na zjawiska korozji i rdzewienia, niż zwykłe żelazo w warunkach atmosferycznych i w atmosferze dymu, w wodzie zwykłej i słonej i co najważniejsze — w warunkach pracy kotłów parowych. Z tego powodu używana jest stal niklowa 30% na wyrób rur do kotłów opłomkowych na statkach parowych.

Jednak bodaj, czy nie największą zaletą blach ze stali niklowej jest okoliczność, że stale te są nieczułe na zjawiska starzenia i rekrystalizacji. Przeszkodą do szerokiego zastosowania przemysłowego blach ze stali niklowej jest wysoka cena tych stali. Z tego powodu zastosowanie nieco twardszych gatunków stali do konstrukcyj kotłowych, jak to twierdzą *F. Körber* i *A. Pomp* ma pewną rację, a to dla nieco wyżej położonej granicy płynności, co pozwala na obciążenie takiego materjału większemi obciążeniami niż to jest możliwe przy miękkim materjale. Marynarka już oddawna używa dla budowy kotłów parowych nieco twardszego materjału (węgla 0,18 — 0,25%). W ostatnich latach takie blachy znajdują zastosowanie w przemyśle amerykańskim i angielskim. Tak np. *H. J. French* [1]) podaje skład chemiczny i właściwości mechaniczne czterech gatunków blach kotłowych ze stali nieco twardszej od zwykle używanej, a mianowicie:

	C	Mn	P	S	Q	R	A	C
1. Blacha Ameryk. Stow. Mat. Bud.	0,19	0,43	0,02	0,031	30,2	41,5	38	58
2. Kotły marynarki	0,25	0,18	0,019	0,031	33,1	45,1	36	60
3. Blachy na komory ogniowe	0,17	0,36	0,024	0,031	28,8	42,2	40	60
4. Blachy na komory ogniowe	0,18	0,43	0,017	0,035	27,4	41,1	40	68

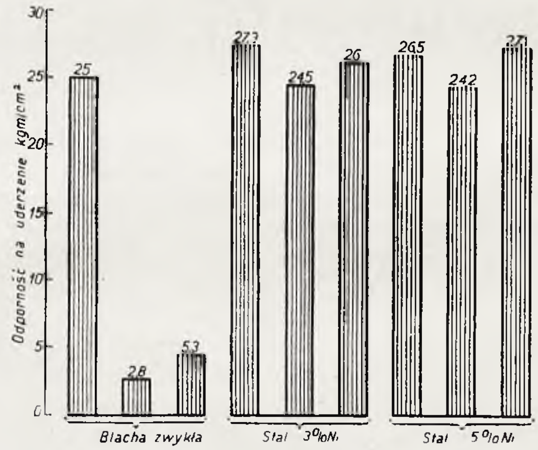
[1]) Chemical and Metal. Engin. 1922. 1207 — 1209.

a *E. Kothny* [2]) podaje to samo dla stali niklowych, a mianowicie:

				w stanie surowym				w stanie ulepszon.			
	C	Mn	Ni	Q	R	A	C	Q	R	A	C
A)	0,11	0,59	4,87	45	65	15,5	58	65	76	12,4	64
B)	0,19	0,71	5,18	51	67	15,3	51	66	78	14,6	65
C)	0,15	0,80	4,99	47	68	16,6	53	69	81	14,5	61
D)	0,13	0,58	4,96	40	55	19,4	61	61	74	14,5	66

Nowe warunki pracy kotłów parowych wymagają materjału o wytrzymałości 51 do 57 *kg/mm*.

Przeszkodą w rozpowszechnieniu nieco twardszych, czysto węglistych stali (C około 0,20%), w budownictwie kotłów parowych jest nie tyle ich nieco wyższy stopień hartowalności i nieco mniejsza ciągliwość i odporność na uderzenia, ile skłonność tych stali do starzenia i rekrystalizacji. Ciągliwość stali miękkich i półmiękkich w zakresie temperatur odpowiadających pracy kotła parowego jest prawie jednakowa (patrz § 61 i rys. 99 i 101). Natomiast zdolność tych materjałów do starzenia i do rekrystalizacji w po-



Rys. 102.

równaniu ze stalą niklową jest znaczna. Stale niklowe, jak tego dowiódł *P. Goerens* nie są prawie zupełnie czułe na te zjawiska (patrz tabele 28 i 29 i rys. 102), gdzie pierwsza kolumna oznacza stopień odporności, na uderzenia stali w stanie dostarczonym, druga — zgniecionym, trzecia — zgniecionym i potem rekrystalizowanym dla trzech gatunków materjału blach kotłowych, a mianowicie: miękkiej stali, stali niklowej 3% i stali niklowej 5%.

§ 65. W § 15-ym omówiliśmy dokładnie istotę procesu starzenia miękkich gatunków stali. W miękkich stalach przed tem zgniecionych na zimno zachodzi w ciągu pewnego czasu szereg zmian fizycznych, zazwyczaj niepozornych lecz bardzo ważnych, już w zwykłych temperaturach i nieco prędzej w razie podniesienia temperatury otoczenia. Taka stal bezpośrednio po zgnieceniu posiada nieco obniżoną sprężystość. W ciągu pro-

[2]) Centralblatt Berg, Hütten—und Walzwerke 1920. 35/36. St. u. E. 1921. 481 — 482.

cesu starzenia zmieniają się właściwości elektryczne, magnetyczne mechaniczne (zmniejsza się ciągliwość, zwiększa się kruchość, sprężystość i wytrzymałość) oraz właściwości dilatometryczne aż do pewnych wielkości stałych czasem znacznie różniących się od początkowych. Dużo jest powodów, wywołujących zjawiska zgniotu w materjale kotła parowego: gęcie, wytłaczanie, dziurkowanie, prostowanie, oczyszczanie z kamienia. Do jest możliwy. Jednak dzięki brakowi właściwości sprężystych niebyłby on w stanie znosić nawet słabych obciążeń przez dłuższy okres czasu a dlatego jego zastosowanie jako materjału konstrukcyjnego byłoby wątpliwe.

§ 66. Oddawna wiadomo, że krzem (*Si*) może zastąpić w stalach węgiel. Przy tem znacznie podnosi się *Q*, a również *R* i *H*. Ciągliwość materjału i przewężalność prawie się nie obniżają

TABLICA Nr. 28.

Właściwości mechaniczne żelaza niklowego w temperaturach wyższych od zwykłych, według P. Goerens'a.

(Próby wycięte z walczaka bez szwu).

Materjał, obróbka termiczna i temperatura badania	*Q*	*R*	*Q*/*R*	*A*		*C*	*U**)
				10 *d*	5 *d*		
A. Stal 3% *Ni* w stanie wyżarzonym, badana:							
przy 20° *C*	30	43,8	68,5	27,5	36,0	71	27,3
„ 25°	20	40,5	50,0	21,9	28,6	63	26,6
„ 35°	18	38,1	47,3	33,1	45,6	73	25,4
B. Stal 5% *Ni* w stanie wyżarzonym, badana:							
przy 20° *C* z walczaka, próbka podłużna**)	40	52,2	76,6	—	32,8	69	26,5
„ „ „ „ „ poprzeczna**)	38	50,8	74,8	—	30,8	66	18,0
„ „ z części giętej „ podłużna .	34	50,1	67,8	—	32,3	69	27,8
„ „ „ „ „ „ poprzeczna .	35	49,6	70,5	—	31,2	65	14,6
przy 100°	38	46,6	81,6	26,5	36.7	69	27,0
„ 205°	29	43,7	66 4	24,9	32,2	70	27,0
„ 250°	25	43,3	57,9	21,9	27,8	67	—
„ 310°	25	48,2	51,8	30,7	40,4	69	26,4
„ 350°	23	43,3	54,0	36,7	49,2	76	—
„ 410°	20	31,7	63,0	42,0	58,1	84	22,7
„ 510°	12	20,4	58,8	67,0•	92,6	88	16,5
C. Stal 3% *Ni* w stanie ulepszonym, badana przy 20° *C*	33	45,1	73,2	27,3	35,5	76	nie rozbita
D. Stal 5% *Ni* w stanie ulepszonym, badana:							
przy 20° *C* z walczaka, próbka podłużna	40	53,0	75,5	—	33,3	74	„
„ „ „ „ „ poprzeczna	40	50,8	78,7	—	33,3	74	20,4
„ „ z części giętej „ podłużna	35	49,7	70,5	—	31,2	72	31,9
„ „ „ „ „ „ poprzeczna	35	49,9	70,1	—	33.3	71	20,7
przy 100°	38	46.8	81,2	24,6	34,2	76	nie rozbita
„ 205°	30	47,2	63,6	26,3	34,8	76	„
„ 250°	25	44,5	56,2	22,5	26,9	74	„
„ 310°	25	49,5	50.5	28,7	35,9	72	32,9
„ 350°	23	45,6	50,4	35,2	46,9	78	—
„ 410°	20	35,8	55,8	40,1	50,3	83	27,1
„ 510°	13	21,1	61,6	61,1	81,1	89	23,9

Uwagi: *) próbki o wymiarach: 30 × 30 × 160 *mm*.

**) podłużne próby — to są próby wycięte wzdłuż osi walczaka.
poprzeczne „ „ „ „ wpoprzek „ „

tego przyczyniają się również wady obliczeniowe, konstrukcyjne, nadmiernie wysoki nacisk nitów i t. d. Obecnie ukazał się na rynku amerykańskim i angielskim [3]) materjał „nie podlegający starzeniu". Widocznie ten materjał nie podlega utwardnieniu podczas obróbki na zimno, jest więcej ciągliwy, plastyczny i odporny na uderzenia niż miękkie żelazo, a to znaczy wolny od kruchości na zimno. Taki materjał teoretycznie aż do zawartości krzemu = 1,5%. Stosunek *Q*:*R* w krzemowych stalach wynosi 64 — 76%. Podczas wojny krzem używano jako domieszkę do stali specjalnych zamiast niklu i chromu. Obecnie amerykanie zaczęli używać stali krzemowych do celów konstrukcyjnych (silicon steel). W Niemczech wprowadzono na rynek stal krzemową o zawartości 0,11% węgla i 0,80% krzemu o wytrzymałości = 53 kg/mm^2; $Q : R = 78\%$ i $A = 27\%$ (*Freund, A. G.*). Wahania właściwości mechanicznych tej stali wynosiły dia: $Q = 30{,}6 - 42{,}3$; $R =$

[3]) The Metallurgi ist. 1927. 49—50.

= 47,3 — 56,2; $Q:R$ = 57,8 — 81,1; A = 21,3 — — 33,1; C = 37,0 — 70,0 a wahania w składzie chemicznym: C = 0,10 — 0,14%; Si = 0,67 — — 1,1 0[4]). Niesłyszeliśmy dotychczas o zastosowaniu stali krzemowych małowęglistych do konstrukcyj kotłowych. Wydaje się to nam możliwem z powodu wysoko położonej w tych stalach granicy płynności i poważnej wydłużalności (ciągliwości), przy znacznie niższych kosztach stali krzemowych w porównaniu ze stalami niklowemi. Zresztą rozwiązanie tego praktycznego zagadnienia przyniesie zapewne najbliższa przyszłość.

$\lambda = 0{,}1335 - 0{,}0194\,C - 0{,}0323\,Mn - 0{,}0646\,Si$

dla żelaza wyżarzonego:

$\lambda = 0{,}1217 - 0{,}0194\,C - 0{,}199\,Mn - 0{,}0398\,Si$

hartowanego:

$\lambda = 0{,}1284 - 0{,}0308\,C - 0{,}0310\,Mn - 0{,}062\,Si$

Max Jacob[6]) podaje dla stali o zawartości węgla 0,1% i stanu wyżarzonego λ = 0,125, hartowanego = 0,115, węgla = 0,3%, λ = 0,115 (0,105), węgla = 0,6%, λ = 0,105 (0,095, węgla 1,0%, λ = 0,095 (0,080), węgla 1,5%, λ = 0,085 (0,065)

TABLICA Nr. 29.

Wpływ starzenia i rekrystalizacji na żelazo miękkie i stal niklową według P. Goerens'a.

MATERJAŁ I OBRÓBKA TERMICZNA	Q	R	$\frac{Q}{R}$	A (5 d)	C	U
A. Wpływ starzenia:						
1) Żelazo miękkie niezgniecione	23	36,5	63,0	39,7	71	25,0
„ „ zgniecione pod obciążeniem 25 kg/mm^2 } i zestarzone przez 10 dni przy 200° C	32	40,9	78,2	30,0	67	2,8
„ „ „ „ „ 27 „ } i zestarzone przez 10 dni przy 200° C	34	41,7	81,5	29,5	69	3,2
2) „ 3% Ni niezgniecione	30	43,8	68,5	36,0	71	27,3
„ „ „ zgniecione i zestarzone	42	47,1	89,2	26,0	67	24,5
3) „ 5% Ni niezgniecione.	40	52,2	76,6	33,3	68	26,5
„ „ „ zgniecione pod obciążeniem 43 kg/mm^2 } i zestarzone przez 10 dni przy 200° C	55,7	57,5	96,8	23,3	60	24,2
„ „ „ „ „ „ 45 „ } i zestarzone przez 10 dni przy 200° C	56,0	57,6	97,2	22,5	71	30,5
B. Wpływ rekrystalizacji:						
1) Żelazo miękkie niezgniecione	23	36,5	63,0	39,7	71	25,0
„ „ zgniecione pod obciążeniem 25 kg/mm^2 i zestarzone przez 6 godz. przy 730° C { wzdłuż włókien	21	33,7	62,3	40,0	75	5,3
{ wpoprzek „	20	33,8	59,2	38,8	75	3,7
„ „ zgniecione pod obciążeniem 27 kg/mm^2 i zestarzone przez 6 godz. przy 730° C { wzdłuż włókien	23	34,5	66,7	38,0	75	4,6
{ wpoprzek „	23	34,6	66,5	38,7	75	3,2
2) 3% Ni niezgniecione	30	43,8	68,5	36,0	75	27,3
„ „ zgniecione i rekrystalizowane	28	42,2	66,3	33,0	70	26,0
3) 5% Ni niezgniecione	40	52,2	76,6	33,3	68	26,5
„ „ zgniecione i rekrystalizowane przez 6 godzin przy 730° C . . . . . . { wzdłuż włókien	34	52,8	64,4	30,7	68	27,1
{ wpoprzek „	34	52,1	65,2	30,0	68	18,2

§ 67. Przewodnictwo cieplne materjału blach kotłowych odgrywa ważną rolę. Ogólną i znaną regułą jest, że przewodnictwo cieplne stali stopowych jest tem mniejsze im więcej stal zawiera domieszek. Przewodnictwo cieplne czystego żelaza jest 3 — 4 razy większe niż przewodnictwo stali specjalnych. Prof. *P. Goerens*[5]) podaje takie wielkości przewodnictwa cieplnego (ilość ciepła w cal. przechodząca w 1 *sec* przez 1 cm^2 przy różnicy temperatur na 1° C)

czyste żelazo — 0,144
stal o zawartości 0,3% C — 0,100
stal hartowana = 0,060.

Dla obliczenia przewodnictwa cieplnego handlowych gatunków żelaza walcowanego można korzystać z wzoru *Simidu*, a mianowicie:

Przewodnictwo cieplne żelaza w wysokich temperaturach według obliczeń *M. Jacob'a* wynosi:

	przy	100°	300°	600°	900° C
Szwedzkie żelazo bardzo miękkie		0,13	0,12	0,09	0,08
Żelazo o zawartości węgla	0,1%	0,225	0,11	0,09	0,08
„ „ „	0,3%	0,10	0,09	0,07	0,07
„ „ „	0,6%	0,10	0,10	0,08	0,07
„ „ „	1,2%	0,105	0,10	0,09	0,08
„ „ „	1,5%	0,09	0,085	0,08	0,07

Zmiana przewodnictwa cieplnego stali miękkiej w zależności od zawartości niklu:

Zawartość Ni w % = 0 — 5 — 10 — 20 — 30 — — 40 — 50 — 60 — 75 — 95

λ = 0,10 — 0,07 — 0,06 — 0,04 — 0,03 — 0,025 — — 0,03 — 0,04 — 0,06 — 0,08.

Minimum przewodnictwa występuje przy zawartości niklu 30 — 40%.

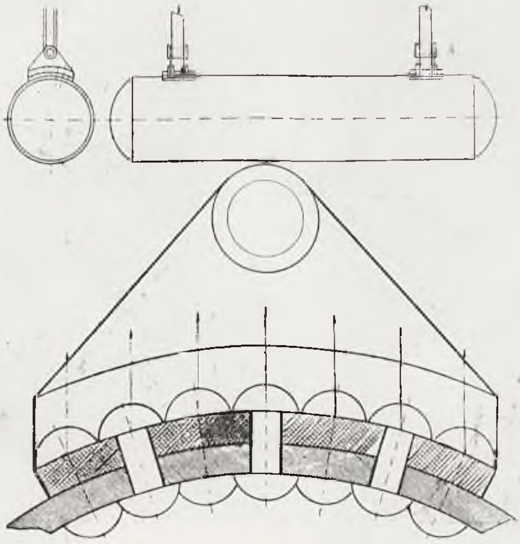
[4]) St. u E. 1926. 493 — 503 i 1927. 446 — 448.

[5]) St. u. E. 1924. 1645 — 1659.

[6]) Chaleur et Industrie 1924. 557 — 564.

PODWIESZANIE I IZOLOWANIE WALCZAKÓW KOTŁÓW PAROWYCH.

Przy instalowaniu nowych kotłów 1000 m^2 pow. ogrz. przy 35 *atm* ciśnienia zakwestjonowany został sposób podwieszania walczaków (por. rys. 1). Uszy, na których wisi walczak umieszczone były na wierzchu kotła i połączone z samym walczakiem zapomocą nitów w ten sposób, że nity pracowałyby wyłącznie na rozciąganie i na zrywanie łbów, a nie na ścinanie. Cały kocioł wisiałby na łbach nitów ewent. na ich gzynkowaniu. Ponieważ nitowanie tego rodzaju odbywa się ręcznie— niema gwarancji, czy nit, o znacznej średnicy, nie będzie miał naderwanej główki a zatem niema pewności, że nie urwie się, w każdym zaś razie przewidywać należy, że takie połączenie nie będzie szczelne.

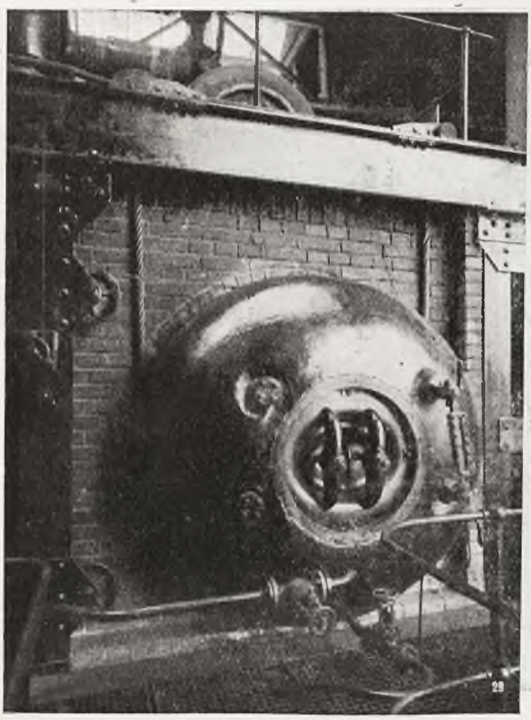


Rys. 1.

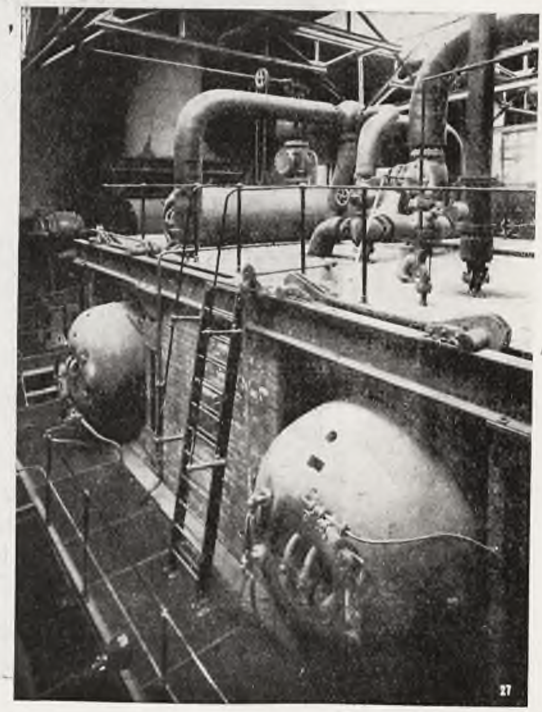
nia, inżynier zaś mający odbierać kocioł dowodził, że nie spotykał się wprawdzie dotychczas z podobną konstrukcją lecz, logicznie rozumując, uważa ją za błędną (pomimo, że ostatnio znalazła ona pewne rozpowszechnienie p. in. i w Ameryce).

Zwiedzając szereg większych europejskich instalacyj, zwróciliśmy uwagę na konstrukcję podwieszania walczaków, i nie napotkaliśmy nigdzie podwieszeń wykonanych według powyższego szkicu. Napotkano natomiast w jednej z większych instalacyj nowoczesnych podwieszenie kotła za uszy przynitowane do boków walczaka.

Nawet tak umieszczone nity, pracujące częściowo na ścięcie, wykazały już po roku pracy znaczną nieszczelność, wymagającą obszwejsowania główek nitów.



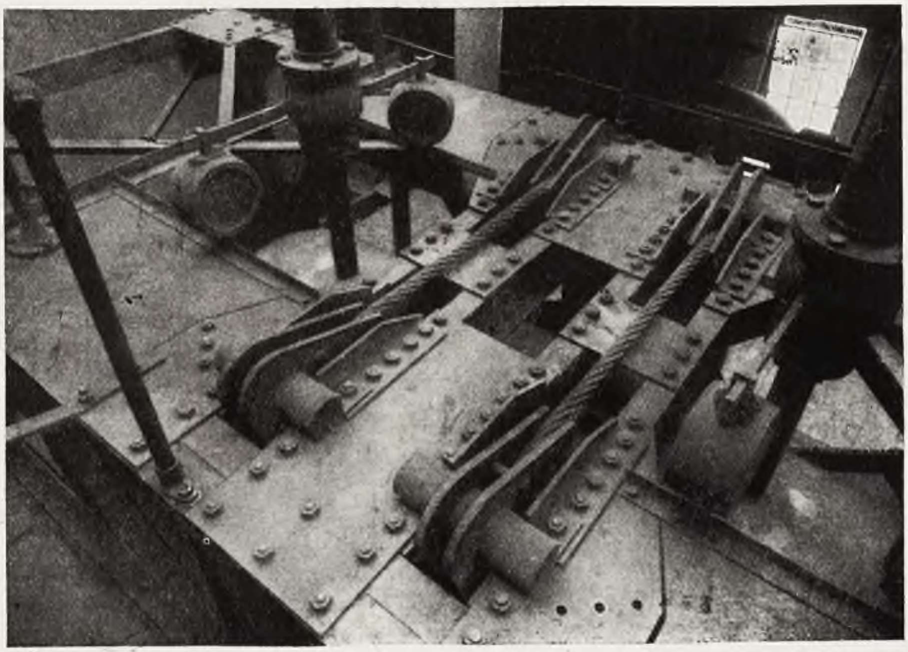
Rys. 2.



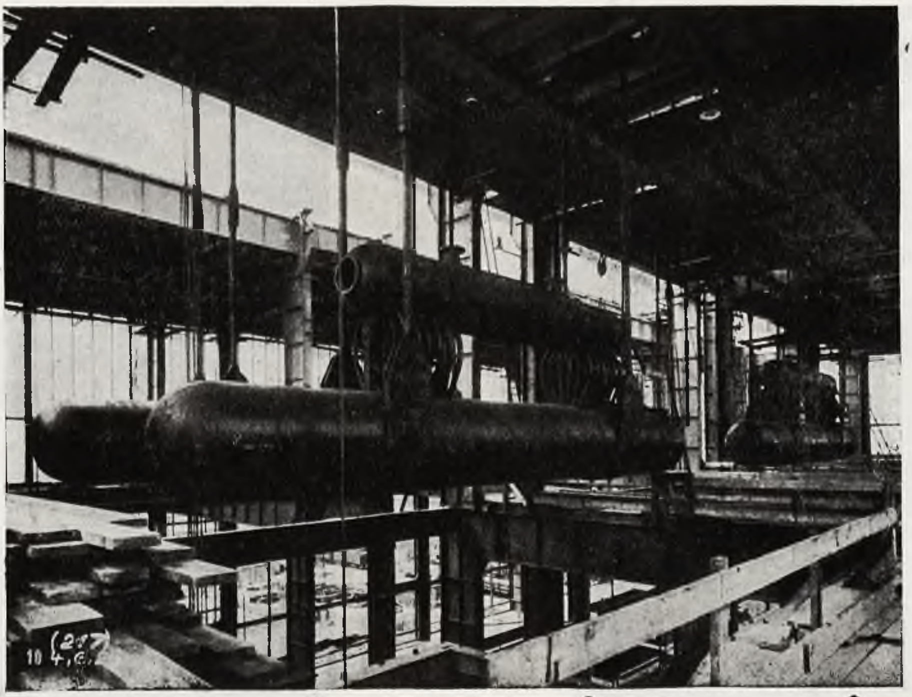
Rys. 3.

Wytwórni, powoływującej się na swą długoletnią praktykę, nie podobały się te zaostrze-

Sprawa podwieszenia kotłów jest dość poważną.

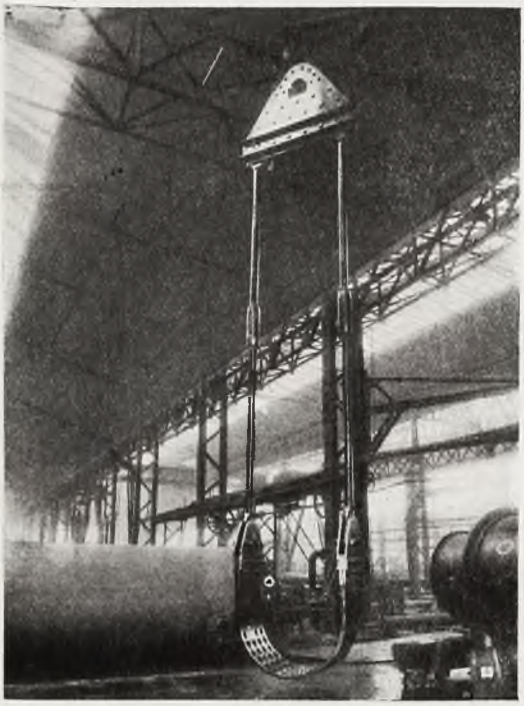


Rys. 4.



Rys. 5.

Jednym z nowszych sposobów (por. rys. 2, 3 i 4) jest podwieszenie walczaka zapomocą lin,



Rys. 6.

co daje elastyczność konstrukcji. Niewygodnym jest jednak ten sposób przy bardzo długich walczakach, gdyż pośrodku długości walczaków powstaje znaczny moment zginający.

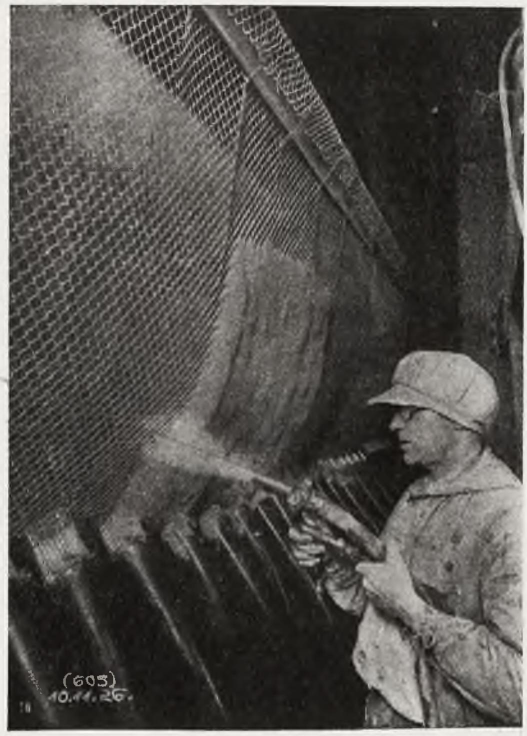
Bardzo dowcipne rozwiązanie powyższego zagadnienia dała w swych kotłach w Rummelsburgu wytwórnia kotłów „Rota".

Walczaki podwieszone zostały w dwóch miejscach zapomocą dwóch strzemion z otworami dla przepuszczenia opłomek (otwory większe od średnicy opłomek (por. rys. 6).



Rys. 8.

Również ciekawą jest konstrukcja tej samej wytwórni, polegająca na zakładaniu patentowa-



Rys. 7.

nych mankietów na opłomki w miejscach ich rozwalcowania.

Sam walczak zostaje obłożony siatką i zapomocą rozpylacza pokryty masą izolacyjną (rys. 7).

Mankiety (rys.8) ułatwiają dostęp do opłomek i dają możność naprawy w razie stwierdzenia ich nieszczelności.

Zaizolowanie walczaka i usunięcie go od bezpośredniego działania spalin, daje ponadto możność, w myśl obowiązujących przepisów, stosowania materjałów o wyższej doraźnej wytrzymałości.

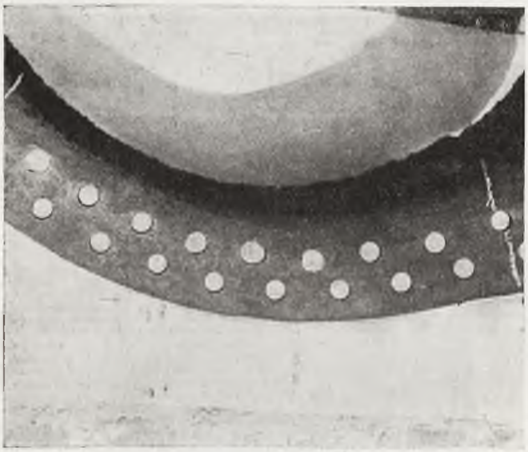
R. B.

Z CODZIENNEJ PRAKTYKI.

USZKODZENIA KOTŁÓW PAROSTATKOWYCH.

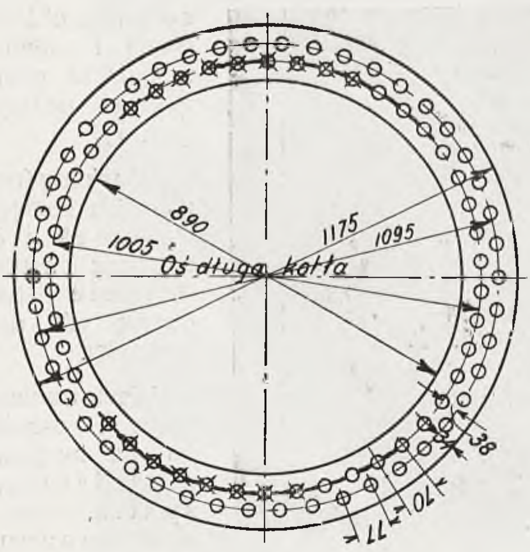
1. Pęknięcia na kołnierzu zbiornika pary.

Dwupłomieniowy kocioł syst. Thomas Laurens, pow. ogrzew. 89 m^2, zbudowany w 1913 roku



Rys. 1. Pęknięcie na wewnętrznej, przylegającej do płaszcza kotła stronie kołnierza zbiornika pary.

zagranicą już przy próbie wodnej dokonanej w 1921 roku wykazał nieszczelności na połączeniu zbiornika pary z walczakiem, co spowodo-



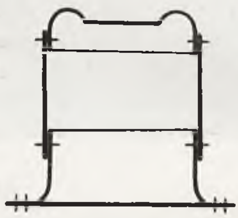
Rys. 2. Dokładny szkic uszkodzenia. Grubość blachy zbiornika 14 *mm*. Grubość blachy kołnierza 10 *mm*. Średnica nitów 20 *mm*. Otwory oznaczone krzyżykiem mają ślady gwintu.

wało częściową zmianę nitów. Zmieniono 21 nitów i po sprawdzającej próbie wodnej dopuszczono kocioł do pracy przy normalnem ciśnieniu 14 *atm*.

Podczas pracy kotła i kolejnych jego rewizyj oznak nieszczelności nie zauważono. Dopiero przy następnej próbie wodnej przeprowadzonej w 1927 roku pod ciśnieniem próbnem 19 *atm* pękły dwie zespórki w komorze ogniowej a jednocześnie zauważono znaczną nieszczelność na połączeniu zbiornika pary z walczakiem kotła. Pomiędzy dwoma nitami wewnętrznego szeregu nitów (szew dwurzędny) woda uchodziła w kilku punktach w postaci cienkich strumieni. Zalecono wobec tego zmienić zespórki i odnitować zbiornik pary w celu dokładniejszego zbadania tego połączenia. Wówczas na wewnętrznej stronie kołnierza, przylegającej do walczaka kotła, stwierdzono wyraźne nadpęknięcia blachy, a mianowicie:

pomiędzy 12 nitami, pomiędzy 7 nitami i pomiędzy 3 nitami w różnych miejscach wewnętrznego szeregu nitów (por. rys. 1 i 2).

Ponadto stwierdzono, że z jednej strony kołnierza postawiono przy zamianie zamiast nitów wkrętki w ilości 8 sztuk. Po drugiej stronie kołnierza stwierdzono 9 takich wkrętek (na rys. 2 odpowiednie otwory oznaczono krzyżykami).



Rys. 3. Szkic zarządzonej naprawy zbiornika.

Wkrętki te były na końcach roznitowane na wzór i podobieństwo nitów. W otworach kołnierza i płaszcza kotła oraz na wkrętkach gwint był słabo widoczny, kotlarz zaś, który ścinał nity twierdził, że większość wkrętek była wprawiona zupełnie luźnie. Wytwórnia, która w ten sposób dokonała powierzonej sobie naprawy kotła wydała sobie bardzo ujemne świadectwo.

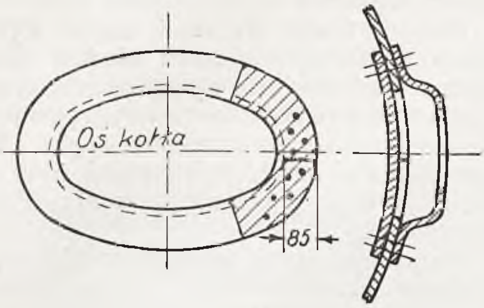
Sprawdzono przytem, że grubość blachy kołnierza zbiornika pary wynosiła zaledwie 10 *mm* wobec normalnej grubości ścianek zbiornika 14 *mm*.

Zarządzoną naprawę przedstawia rys. 3. Dolna część zbiornika pary została odcięta i zastąpiona nową, przynitowaną do zbiornika od strony wewnętrznej, a to w celu zwiększenia promienia wyoblenia kołnierza i możności wiercenia otworów na nity możliwie dalej od wyoblonej części kołnierza.

2. Pęknięcie płaszcza kotła przy wykroju na właz.

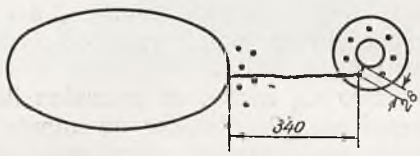
Dwupłomienicowy kocioł systemu Thomas Laurens, pow. ogrzew. 72 m^2, ciśn. 10 *atm*, zbudowany w 1912 roku w Rosji już w 1926 roku podczas rewizji wewnętrznej wykazał pęknięcie blachy płaszcza kotłowego przy krawędzi włazu na długości 85 *mm*. Większa oś wykroju na właz

skierowana jest wzdłuż kotła. Zauważone pęknięcie przechodziło pomiędzy nitami do płaszcza kołnierza włazu. Wycinanie blachy płaszcza



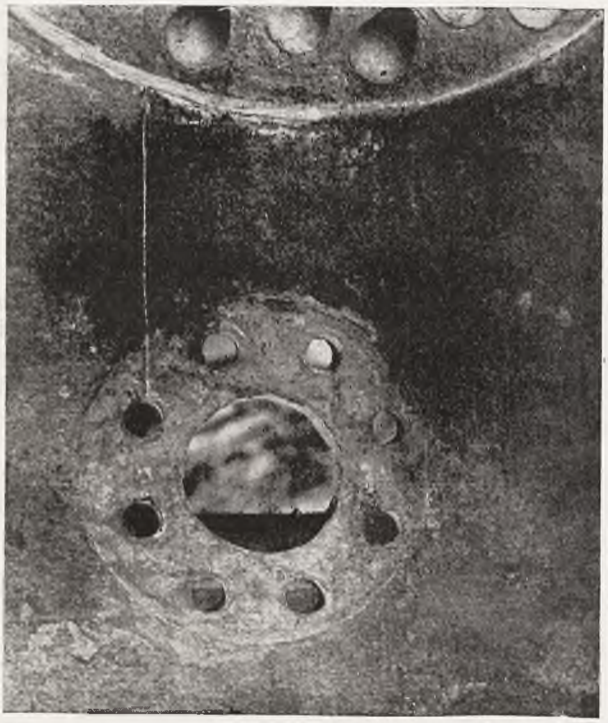
Rys. 1. Uszkodzenie pierwotne i prowizoryczna jego naprawa.

i nakładanie łaty z wykrojem na właz ustawiony w poprzek kotła wstrzymałoby ruch



Rys. 2. Ostateczny stan uszkodzenia.

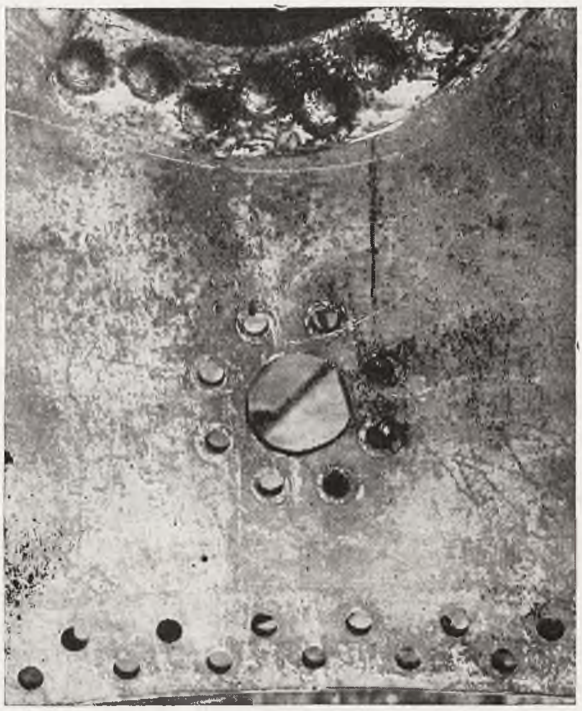
kotła, a więc i statku na czas dłuższy. Wobec rozpoczętego okresu nawigacji, zalecone zostało



Rys. 3. Pęknięcie od strony kanałów spalinowych.

założenie od wewnątrz kotła pierścienia wzmacniającego (por. część zakreskowana na rys. 1). Po dokonaniu tej prowizorycznej naprawy i po przeprowadzeniu próby wodnej kocioł został uruchomiony.

W roku 1927 maszynista statku pragnąc sprawdzić szczelność kotła po dokonanej wymia-



Rys. 4. Pęknięcie od strony wody.

nie kilkunastu płomieniówek poddał kocioł próbie wodnej. Pod ciśnieniem 14 *atm* kocioł pękł w miejscu uszkodzonem, szczelina zaś przedłużyła się aż do wykroju umieszczonego w pobliżu króćca (por. rys. 2). Całkowita długość pęknięcia wyniosła 340 + 28 czyli 368 *mm*.

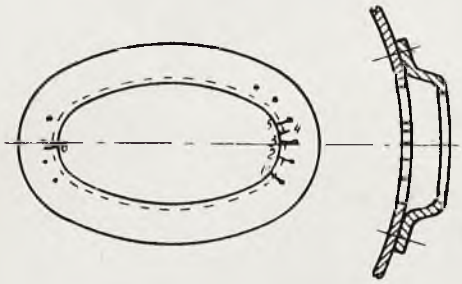
W celu naprawy uszkodzenia polecono wyciąć blachę wzdłuż całego dzwona kotła i nałożyć zamiast niej łatę, połączoną z płaszczem zapomocą łubek, czyli tak jak nitowane są podłużne szwy walczaka. Wykrój na właz polecono wykonać w taki sposób by większa oś wykroju ustawiona była w poprzek kotła.

Powstanie uszkodzenia przypisać należy wadliwemu układowi wykroju na właz.

3. Jeszcze jedno pęknięcie na wykroju na właz.

W jednopłomienicowym kotle syst. Thomas Laurens, pow. ogrzew. 47 m^2, ciśn. 9 *atm*, zbudowanym rzekomo w pewnej wytwórni krajowej, przy rewizji koncesyjnej stwierdzono szereg pęknięć na krawędzi wykroju na właz, Większa oś włazu ustawiona była wzdłuż kotła. Polecono usunąć odpowiednie nity i ustalono z jednej strony wykroju cztery pęknięcia i jedno nadpęknięcie oraz cztery pęknięcia po drugiej stronie tego wykroju. Trzy pęknięcia idą pomiędzy nitami, pozostałe zaś ciągną się od krawędzi wykroju do otworu nitowego (rys. 1). Ponieważ w po-

bliżu wykroju na właz leży zbiornik pary, którego kołnierz znajduje się w odległości zaledwie 100 *mm* od wykroju, naprawy nie można było uskutecznić inaczej jak przez wycięcie blachy wzdłuż całego dzwona kotła. W łacie nitowanej na podwójne łubki wycięty będzie otwór na właz



Rys. 1. Szkic uszkodzenia.

tak aby większa jego oś ustawiona była w poprzek kotła.

Przyczyna uszkodzenia — wadliwy układ włazu.

WADLIWE ZŁOŻENIE SILNIKA PAROWEGO.

Przy rozbieraniu i składaniu łatwo zamiennych części silnika, zwraca się nieraz zbyt małą uwagę na dokładne i celowe oznaczenie części wspólnie pracujących. Na tem tle powstają poważne trudności przy składaniu silnika, a w razie popełnienia błędu znaczne straty przy pracy silnika. Dotyczy to przedewszystkiem takich części, które są identyczne pod względem zasadniczych wymiarów konstrukcyjnych gdyż jedynie właściwe lub niewłaściwe ułożenie ich w całym układzie spowodować może prawidłowe lub wadliwe działanie silnika.

Przy badaniu silnika parowego o dwóch cylindrach bliźniaczych o mocy około 100 KM, z rozrządem w postaci podwójnych suwaków półokrągłych systemu Ridera z regulatorem kulowym, na parę nasyconą o ciśnieniu 7 *atm* z wydmuchem, otrzymano przed regulacją rozrządu przy zmiennem obciążeniu szereg wykresów, przedstawionych na rys. 1 (wykresy te dotyczą do prawego cylindra; w cylindrze lewym przebieg pracy był analogiczny).

Z wykresów tych wynika, że działanie suwaka ekspansyjnego było zupełnie wyłączone; silnik stale pracował przy maksymalnem napełnieniu, wynoszącem około 85%, jakie daje suwak rozdzielczy, a regulacja odbywała się ręcznie przy pomocy dławienia pary. Średnia ilość obrotów wynosiła przytem około 120 na minutę, a regulator przy normalnem obciążeniu fabryki nawet przy najmniejszem otwarciu zaworu wpustowego zajmował najwyższe położenie.

Po otwarciu skrzynki suwakowej stwierdzono, że oprócz niedokładności w ustawieniu suwaków rozdzielczych, oba suwaki ekspansyjne były tak obrócone, że nie mogły one przy zmianie położenia regulatora, wpływać na zmianę napełnienia; by tę wadę usunąć starano się ustawić suwaki ekspansyjne tak, aby przy najniższem położeniu regulatora, dawały pełne napełnienie (określone przez suwaki rozdzielcze), a przy najwyższem położeniu — napełnienie zero.

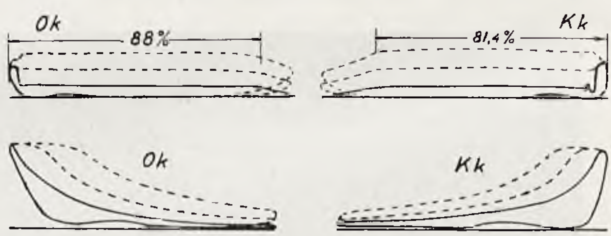
Przypuszczając, że silnik został wykonany w wytwórni bez zasadniczych błędów konstrukcyjnych i montażowych, wywnioskowano, że przy składaniu maszyny po remoncie na miejscu jej pracy zamienione zostały poszczególne części. Trudno jednak było stwierdzić, które części były zamienione, gdyż żadne z nich nie posiadały odpowiednich oznaczeń.

Po szeregu prób i wymianie części uzyskano prawidłowy układ suwaków w obu cylindrach.

Wykresy (rys. 2) przedstawiają przebiegi pracy cylindra prawego przy zmiennem obciążeniu (wykresy cylindra lewego są identyczne). Z wykresów tych wynika, że obecnie rozrząd pary jest prawidłowy, że nie trzeba silnika dopasowywać do obciążenia przez dławienie pary, gdyż napełnienie zmienia regulator, a silnik pracuje przy ciśnieniu dolotowem, odpowiadającem ciśnieniu pary w kotle.

Okazało się nadto, że normalna ilość obrotów wynosi nie 120 obrotów na minutę lecz 90, przy której silnik pracuje niezależnie od obciążenia.

Poprzednia ilość obrotów $n = 120$ została ustalona przez przystosowanie silnika do istniejącej już instalacji (pędni). Zmiana liczby obrotów ponad 90 była oczywiście możliwa, gdyż uzyskiwano ją w pracy przy stałem napełnieniu, przez mniejsze lub większe otwarcie zaworu wpustowego.



Rys. 1 i 2.

St. Ch. i *Z. K.*

WADY ROZRZĄDU ZAWOROWEGO W LOKOMOBILACH.

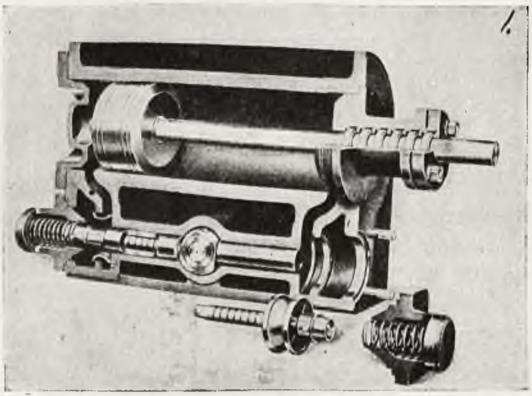
Załączone rys. 1 i 2 przedstawiają dość rozpowszechniony przed wojną w lokomobilach zaworowy rozrząd pary.

Mimośród umieszczony na głównym wale maszyny nadaje ruch wahadłowy drążkowi rozdzielczemu wraz z krzywkami. Krzywki wprawiają w ruch trzpienie zaworów, otwierając je, a sprężyny przy powrotnym ruchu krzywek zamykają zawory.

Takie lokomobile przy próbach odbiorczych w wytwórni, dają b. ładne wykresy indykatorowe (por rys. 3).

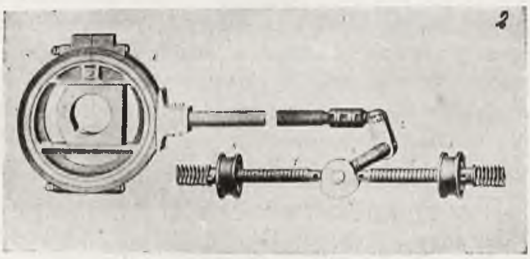
Zużycie pary przegrzanej przy ciśnieniu 10 — 12 *atm* i pracy z wydmuchem już w kilkudziesięcio - konnej lokomobili nie przekracza 7 *kg* na *KMi.*

Te świetne wyniki, otrzymane przy tak zwanych „Parade-Versuche", inaczej zupełnie wyglądają w praktyce codziennego życia.



Rys. 1.

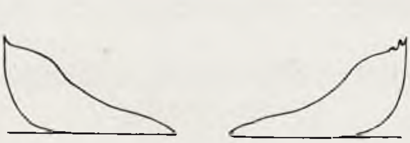
Poziomo ułożone zawory, których siodła spoczywają nie na osobno wstawionych gniaz-



Rys. 2.

dach, lecz bezpośrednio na materjale cylindra, nadzwyczaj szybko stają się nieszczelne, para przez nie uchodzi, dzięki czemu dość często zachodzą wypadki, że kocioł nie może nadążyć w wytwarzaniu pary, ciśnienie spada i maszyna traci swą moc.

Krążki umocowane na końcach trzpieni zaworowych powinny posiadać nieznaczne bardzo luzy względem krzywki, tak, aby nabieganie krzywki na krążek odbywało się możliwie bez

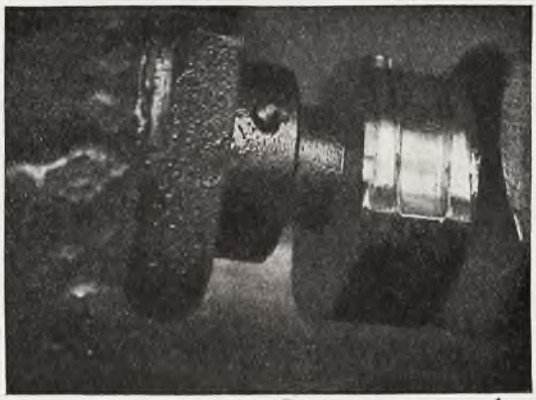


Rys. 3.

uderzeń. Jeśliby zaś krążek przylegał zbyt ściśle do krzywki w stanie spoczynku zaworu, to zawór nie domykałby się, a para uciekałaby bez przerwy.

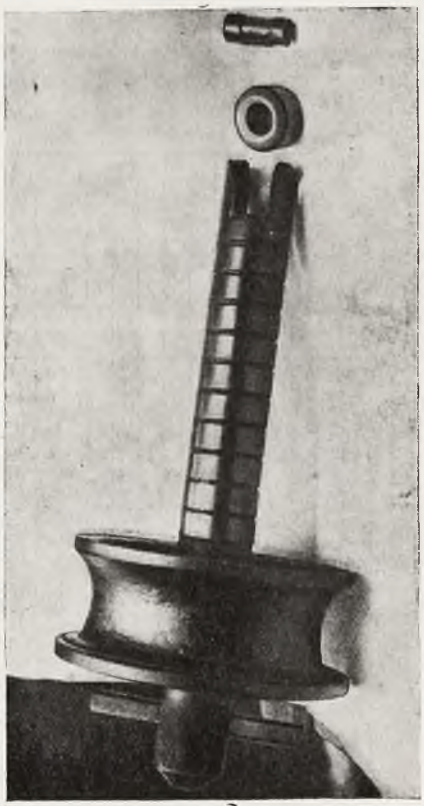
Przy zbyt wielkich luzach pomiędzy wspomnianemi częściami otrzymujemy znaczne uderzenia, wybijające zarówno krzywkę jak sam krążek, co powoduje nieprawidłowe wykresy.

W praktyce krążki, krzywki i sworznie dość szybko wybijają się, wobec czego lokomobila wymaga częstego sprawdzania rozrządu pary.



Rys. 4.

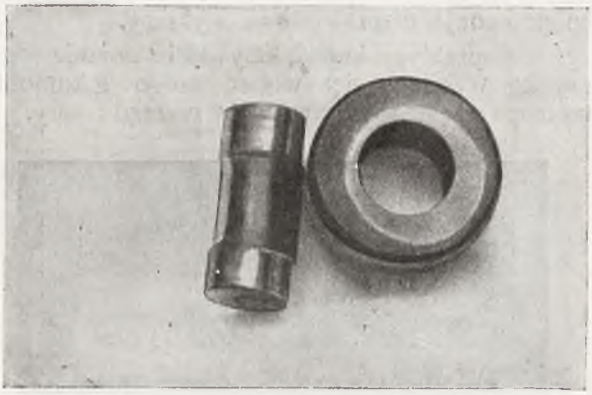
Niżej załączony rys. 4 przedstawia wybite krzywki, a rys. 5 i 6 wyrobiony sworzeń i krążek.



Rys. 5.

Nic więc dziwnego, że wykresy takiej 70-cio konnej lokomobili, po mniej więcej 2-ch tysiącach godzin pracy, posiadają charakter przedstawiony na rys. 7.

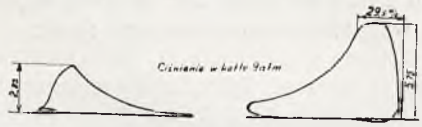
W takich warunkach lokomobila zużywa zamiast wyżej wskazanych gwarantowanych 7 *kg*



Rys. 6.

pary — około 18 *kg* na 1 *KMi*, a węgla zamiast 0,8 *kg* powyżej 4 *kg* na 1 *KMi*.

Z powyższego widać, jak niezbędne jest sprawdzanie rozrządu pary lokomobil tej konstruk-



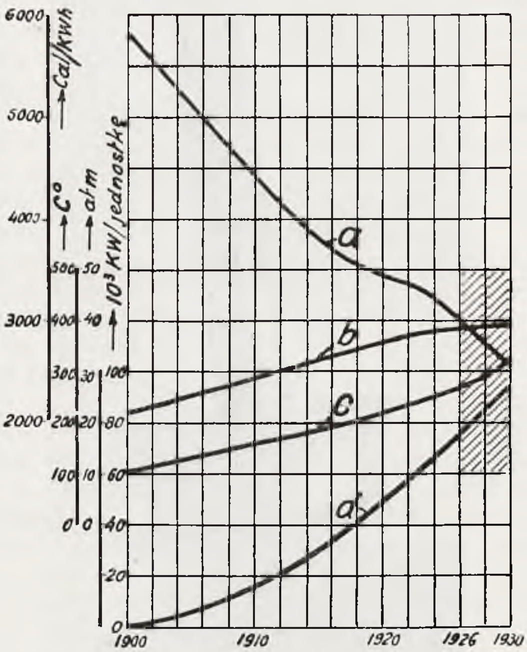
Rys. 7.

cji. Zalecić ponadto należy pewną ostrożność w nabywaniu silników tego rodzaju, względnie zaopatrzenie się na zapas w zamienne części ulegające zużyciu.

KRONIKA TECHNICZNA

ROZWÓJ INSTALACYJ TURBINOWYCH W AMERYCE *).

Niżej załączony wykres podaje rozwój turbin parowych w Ameryce, poczynając od 1900 roku, oraz przewidywany rozwój do 1930 roku.



Rys. 1.

Linja (*a*) podaje zużycie ciepła w dużych kalorjach na kilowatgodzinę, linja (*b*) wzrost stosowanych temperatur pary w stopniach Celsjusza, linja (*c*) wysokość stosowanych ciśnień roboczych w atmosferach nadciśnienia, linja (*d*) wielkość mocy rozwijanej przez jednostkę wyrażonej w kilowatach. Wykres oparty jest na cyfrach dostarczonych przez szereg zakładów, znajdujących się w ruchu; wyjątek stanowi część wykresu, poczynając od 1926 r., która zbudowana została na zasadzie danych firm, budujących instalacje turbinowe.

*) Power Plant Engineering Nr. 20. 1926 r.

PRZEGLĄD WYTWÓRCZOŚCI KRAJOWEJ.

Stocznia Gdańska. Wytwórnia otrzymała w roku bieżącym liczne zamówienia na urządzenia kotłowni większych wymiarów w Polsce.

Od początku b. r. przyjęto mianowicie do wykonania

	5 100 m²	grupowych kotłów opłomkowych (do 25 atm ciśnienia)
	1 280 m²	kotłów płomienicowych i okrętowych
Razem	6 380 m²	kotłów.

Część zleconych dostaw znajduje się obecnie w montażu.

ZMIANA ADRESU BIURA OKRĘGOWEGO W BIAŁYMSTOKU.

Niniejszem podajemy do wiadomości, że Biuro Rejonowe Stowarzyszenia w Białymstoku (ul. Piwna 21) przeniesione zostało od dnia 15 października b. r. na ul. św. Rocha 4. Telefon 1—29 (bez zmiany).

Zarząd Stowarzyszenia
Dozoru Kotłów w Warszawie.

Druk. A. Michalskiego, Sp. z o. o., Warszawa, ul. Chmielna 27. Telefon 27-15